

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-218978

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

(51)Int.Cl.⁴

H 0 4 B 14/04

H 0 3 M 13/00

識別記号

庁内整理番号

D 4101-5K

7259-5J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数17(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-253583

(22)出願日 平成4年(1992)8月31日

(31)優先権主張番号 7 5 3 4 9 1

(32)優先日 1991年9月3日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390035493

アメリカン テレフォン アンド テレグ
ラフ カムパニー

AMERICAN TELEPHONE
AND TELEGRAPH COMPA
NY

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨ
ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(72)発明者 リーファン ウェイ

アメリカ合衆国 07738 ニュージャージ
ー リンクロフト、エール ドライヴ
200

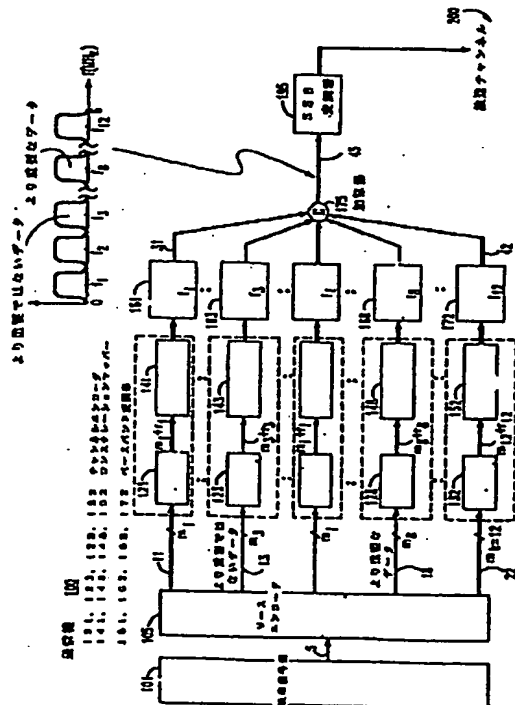
(74)代理人 弁理士 三俣 弘文

(54)【発明の名称】 信号処理方法及びその装置

(57)【要約】

【目的】 HDTV信号に対するNTSC同一チャンネル干渉及びゴーストの打ち消しができるコーディング方法を提供する。

【構成】 本発明の信号処理方法は、信号が、相異なったエラープロテクションレベルへエンコードされる複数のクラスの情報に分割される。その後、各々のクラスの情報は、その信号に対して割り当てられたチャンネルのサブチャンネルに変調される。信号の受容を増強させるために、このサブチャンネルの割り当ては、雑音及び干渉に関する考察に基づいてなされる。この信号は複数のクラスの情報に分割され、少なくとも一つのクラスの情報が「より重要」であり、その他のクラスの情報よりもより強力なエラープロテクションがなされる。その後、複数のクラスの情報は周波数分割多重化され、各々のクラスの情報がサブキャリアによって周波数帯域内のサブチャンネルに変調される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報信号を、少なくとも一つのクラスの情報が前記情報信号の受容に関して他のクラスの情報よりも重要となるように、複数のクラスの情報に分割する段階；前記より重要な情報に対して前記他の情報に対するものより強力なエラープロテクションがなされるように、前記複数のクラスの情報を複数のエンコードされたシンボルを実現するようエンコードする段階；及び、

前記エンコードされたシンボルを各々相異なった周波数スペクトルを占有しているある周波数帯内の複数のサブチャンネルへ変調する段階；を有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項2】 前記周波数帯が、相異なった信号に対して割り当てられていることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記変調段階が、前記より重要な情報を前記相異なった信号のキャリアを含まないサブチャンネルに配置することを特徴とする請求項2の方法。

【請求項4】 前記エンコード段階が、複数のエンコードされた出力を得るために前記複数のクラスの情報の各々をチャンネルエンコードする段階；及び、前記複数のエンコードされたシンボルを実現するために前記複数のエンコードされた出力の各々を信号配置にマッピングする段階；を有することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記より重要な情報に対する前記チャンネルエンコード段階が、前記複数のクラスの情報のうちの少なくとも一つの別のクラスの情報に対するチャンネルエンコード段階とは相異なっていることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項6】 前記チャンネルエンコード段階が、エラー補正コードに従って機能することを特徴とする請求項5の方法。

【請求項7】 前記チャンネルエンコード段階が、符号化変調に従って機能することを特徴とする請求項5の方法。

【請求項8】 前記チャンネルエンコード段階が、符号化変調及びエラー補正コードに従って機能することを特徴とする請求項5の方法。

【請求項9】 前記より重要な情報に対するマッピング段階が、前記複数のその他のクラスの情報に対して用いられる他の信号ポイント配置の内の少なくとも一つとは相異なった信号ポイント配置を用いることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項10】 前記エンコード段階が、前記より重要なクラスの情報に対して前記他のクラスの情報の内の少なくとも一つのシンボルレートとは相異なったシンボルレートを用いることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項11】 情報信号を、少なくとも一つのクラス

の情報が前記情報信号の受容に関して他のクラスの情報よりも重要であるように、複数のクラスの情報に分割する手段；前記より重要な情報に対して前記他の情報に対するものより強力なエラープロテクションがなされるように前記複数のクラスの情報に対して前記複数のクラスの情報の各々に対する複数のエンコードされたシンボルが実現されるよう同一ではないレベルのエラープロテクションを実現する手段；及び、前記複数のクラスの情報の各々に対する前記複数のエンコードされたシンボルを各々相異なった周波数スペクトルを占有しているある周波数帯内の複数のサブチャンネルへ変調する手段；を有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項12】 前記周波数帯が相異なった信号に対して割り当てられていることを特徴とする請求項11の装置。

【請求項13】 前記変調装置が、前記より重要な情報を前記相異なった信号のキャリアを含まないサブチャンネルに配置することを特徴とする請求項12の装置。

【請求項14】 前記同一ではないエラープロテクションを実現する装置が、さらに、複数のエンコードされた出力を得るために前記複数のクラスの情報の各々をチャンネルエンコードする装置；及び、前記複数のエンコードされたシンボルを実現するために前記複数のエンコードされた出力の各々を信号配置にマッピングする装置；を有することを特徴とする請求項11の装置。

【請求項15】 前記より重要な情報に対する前記チャンネルエンコード手段が、前記複数のクラスの情報のうちの少なくとも一つの別のクラスの情報に対するチャンネルエンコード手段とは相異なっていることを特徴とする請求項14の装置。

【請求項16】 前記より重要な情報に対するマッピング手段が、前記複数のその他のクラスの情報に対して用いられる他の信号ポイント配置の内の少なくとも一つとは相異なった信号ポイント配置を用いることを特徴とする請求項14の装置。

【請求項17】 前記同一ではないエラープロテクションを実現する手段が、前記より重要なクラスの情報に対して前記他のクラスの情報の内の少なくとも一つのシンボルレートとは相異なったシンボルレートを用いることを特徴とする請求項11の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はデジタルデータの伝送に関連し、特に、ビデオ信号を表現するデジタルデータの伝送に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来高品位テレビ、すなわちHDTVとして呼称されてきた次世代のテレビジョン（TV）技術

に対して、ある形態のデジタル伝送が要求されるということは一般に認識されている。この要求は、主として、デジタル信号処理を用いた場合の方がアナログ信号処理を用いた場合よりもはるかに強力なビデオ圧縮技術を実現し得るという事実によるものである。しかしながら、あらゆるHDTVデジタル伝送システムにおいては、グレースフルデグラデーション (graceful degradation)、NTSC (国立テレビジョンシステム協会) 同一チャンネル (co-channel) 干渉及びゴーストの打ち消し、という取り扱われなければならない3つの主要な問題が存在する。

【0003】従来技術においては、HDTV信号を「より重要な情報」と「より重要ではない情報」とに分類し、一様ではない間隔において配置された信号ポイントの配列を用いる、という方法が行なわれてきた。この方法を用いると、誤差防護 (エラープロテクション) が非一様なものとなる、すなわち、「より重要な情報」に対してはより強力な誤差保護 (エラープロテクション) がなされることになる。その結果、TVセットの設置場所による受信画質のグレースフルデグラデーションが生ずる。なぜなら、受信機におけるビットエラーレートが放送送信機からの距離が増加するにつれて増加するため、TV信号情報のうちの重要ではない部分を表示しているビットから順次影響を受けることになるからである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、相異なった重要度の情報に対して非一様なエラープロテクションを実現する進んだ技法を教示しているが、このアプローチは主として単一キャリア伝送環境においてHDTV信号に対するグレースフルデグラデーションを提供する問題を取り扱うのみであり、NTSC同一チャンネル干渉及びゴーストの打ち消しの問題は扱っていない。

【0005】NTSC同一チャンネル干渉は、全てのHDTV伝送法が既存のNTSC TV伝送法と同時に存在し、かつ利用可能なNTSC周波数スペクトル、すなわちチャンネル割り当てを用いるという事実の結果である。例えば、ニューヨークシティエリアにおいては、HDTVテレビ局はチャンネル3で放送するように割り当てられる。しかしながら、フィラデルフィアなどの隣接する地域においては、チャンネル3に割り当てられたNTSCテレビ局が存在している。その結果、ニュージャージーの一部は、共にチャンネル3に割り当てられたHDTV及びNTSCテレビ信号を受信することになる。このことは、NTSC及びHDTV信号が互いに干渉するような、NTSC及びHDTV伝送信号がオーバーラップする地域に生ずる。HDTV信号から既存のNTSC信号への干渉を低減するためには、HDTV信号の送信出力がNTSC信号よりも少なくとも10dB低いレベルに設定されなければならない。この場合にはHDTV信号はNTSC信号と干渉しない。結果として、HD

TV信号はNTSC信号からの干渉をより受け易くなる。HDTV信号のカバーするエリアを充分大きくするためには、このNTSC干渉が低減されなければならない。

【0006】さらに、ゴーストの打ち消しの問題が存在している。全てのTV伝送法において、ゴーストを生ずるような伝送された信号の反射が生じ、一般には二重画像として見えるものとなる。しかしながら、ゴーストの問題は、HDTV伝送法においては複雑なものとなっている。なぜなら、HDTV信号の総帯域、すなわち毎秒800Mビット、をNTSCの6MHzのチャンネルに圧縮するために圧縮アルゴリズムを用いているからである。このため、HDTV伝送法におけるゴースト画像を打ち消すためには複雑なイコライザを用いることが必要となる。

【0007】ここで、本明細書において記述されている種々のデジタル信号法に関する概念は、もちろん本発明の概念そのものを除いて、例えばデジタル無線及び音声帯域データ伝送 (モデム) の分野において公知であり、詳述しない。これらの概念には、例えば2N (Nは整数) 次元チャンネルシンボル配置を用いた多次元信号法; トレリスコーディング; フラクショナルコーディング; スクランプリング; パスバンドシェイピング; イコライゼーション; ビタビ (Viterbi)、すなわち最尤デコーディング等の概念が含まれる。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に従って、信号が、相異なったエラープロテクションレベルへエンコードされる複数個のクラスの情報に分割される。その後、各々のクラスの情報は、その信号に対して割り当てられたチャンネルのサブチャンネルに変調される。信号の受容を増強させるために、このサブチャンネルの割り当ては、雑音及び干渉に関する考察に基づいてなされる。

【0009】信号は複数個のクラスの情報に分割され、少なくとも一つのクラスの情報が「より重要」であり、その他のクラスの情報よりもより強力なエラープロテクションがなされる。その後、複数個のクラスの情報は周波数分割多重化され、各々のクラスの情報がサブキャリアによって周波数帯域内のサブチャンネルに変調される。

【0010】本発明の特徴に従って、NTSC同一チャンネル干渉の効果が、より重要な情報を伝達するサブチャンネルを実質的なNTSC干渉を受けないような周波数スペクトルの部分に割り当てることによって、低減される。その結果、実質的なNTSC同一チャンネル干渉が存在するような境界領域においてもHDTV信号におけるより重要なデータが回復され得ることになる。

【0011】本発明の別の特徴に従って、複数個のサブキャリアを用いることによりシンボル間隔がより長くなり、サブチャンネルの各々における周波数応答がより平

坦となる。その結果、HDTV受像機において「ゴースト」の効果を緩和するためにより簡潔なイコライザが用いられ得る。

【0012】

【実施例】本発明の原理に従って、HDTV伝送における前述の三つの問題領域の全てが取り扱われる。HDTV信号が複数のクラスの情報に分割され、各々のクラスの情報が相異なったレベルのエラープロテクションにエンコードされる。その後、各々のクラスの情報は、そのHDTV信号に対して割り当てられたチャンネルのサブチャンネルに変調される。

【0013】図1において、ビデオ信号源101は画像情報を表わすHDTVアナログビデオ信号を生成する。このHDTVアナログビデオ信号はソースエンコーダ105に渡され、少なくとも一つのクラスの情報がより重要な、すなわち、その他の「より重要ではない」クラスの情報よりも「より重要なデータ」を含むような、「複数のクラスの情報」からなるデジタル信号を生成する。例えば、より重要なデータは、情報信号の受容に関してより重要な情報を表わすものである。HDTV信号においては、そのようなデータは、適切に受信された場合に大まかなピクチャー、例えば音声情報、フレーム情報等、を形成する情報であり、より重要ではないデータは元のHDTV信号の残りの部分を形成している情報である。図に示されているように、ソースエンコーダ105は $k=12$ 個のクラスに情報を分割し、リード18上のクラスの情報がその他のリード、すなわちリード11、13及び22上の「より重要ではない」クラスの情報よりも「より重要」である。具体的には、各々のクラスの情報は、T秒の継続時間を有する各々の信号間隔に対して各々のリード上に生成された複数のデータビットよりなり、その平均は m_i ビット ($1 \leq i \leq 12$) である。

【0014】図1より、 m_i ビットによって表わされる各々のクラスの情報が、チャンネルエンコーダ、コンステレーションマッパー（配置装置）及びベースバンド変調器によって処理されることが理解される。簡単のため、ここでは送信機100の動作がリード18上に現われるより重要な情報に関して記述される。同様の記述がその他のクラスの情報の各々に対して適用される。リード18上の m_s ビットによって表わされるより重要な情報は、チャンネルエンコーダ128に入力される。チャンネルエンコーダ18は、トレリス (trellis) エンコーディング等の公知のエンコード技法に従って動作し、出力として $m_s + r_s$ のデータビットを生成する。ここで、 r_s は各々の信号間隔においてチャンネルエンコーダ128によって導入された冗長ビットの平均の個数を表わしている。（ここで、リード・ソロモン (Reed-Solomon) コード等のエラー修正コードもコード変調技法にかんして用いられ得ることに留意され

たい。) チャンネルエンコーダ128のエンコードされた出力は、コンステレーションマッパー148によって、各々の信号間隔において信号ポイント配置から取られた信号ポイントにマッピングされる。ここでは、この信号ポイント配置が、図5から図8においてそれぞれ4、8、12及び16信号ポイント配置としてしめされているような公知の一般間隔QAM配置を表わしているものと仮定される。

【0015】チャンネルエンコーダ128及びコンステレーションマッパー148は、その双方が組となって、より重要なクラスの情報に対してエラープロテクションを与える特定のコード変調技法を実現している。複数のチャンネルエンコーダ、すなわち121、123、128、132等、及び対応するコンステレーションマッパー、すなわち141、143、148、152等、によって実現される種々のコード変調技法は、複数のクラスの情報に対して同一ではないエラープロテクションを与えるように選択されており、より重要な情報に対してはより厳密なエラープロテクションが与えられる。同一ではないエラープロテクションは、相異なったチャンネルエンコーダ、相異なった配置サイズ及び/あるいは種々のチャンネルエンコーダ及びコンステレーションマッパーに対する相異なったシンボルレート等の種々の方法により実現され得る。例えば、図1においてはチャンネルエンコーダはすべて同一である。しかしながら、コンステレーションマッパー148による信号配置は、他のコンステレーションマッパーによるものと比較して最小のサイズを有している。例えば、コンステレーションマッパー148によって用いられる配置は図5に示された4-QAMであるが、他のコンステレーションマッパーによって用いられるのは図6-8に示された8-QAM、12-QAM及び16-QAMである。このことは、各々のサブキャリアによって送信される電力は同一であることを仮定しており、その結果、図5の4-QAM配置による信号ポイント間の間隔が図6-8の配置によるものよりも大きくなる。結果として、より重要なデータに対してはより強力なエラープロテクションがなされることになる、すなわち、HDTV信号に対して同一ではないエラープロテクションが実現され、グレースフルデグラデーションが起り得ることになる。

【0016】図3は、6MHzの帯域を有するNTSCアナログTVベースバンド伝送信号の一例に対する周波数スペクトルを示した図である。（ここではベースバンド信号が示されているが、実際に送信される信号は割り当てられた特定のチャンネルに対する周波数スペクトル内に収まるように変調されている。例えば、米国における3チャンネルは60から66MHzの周波数スペクトル内で送信される。）本発明に従って、この6MHzのNTSC帯域が複数のサブチャンネルに分割され、各々のサブチャンネルがHDTV信号を表わす複数のク

ラスの情報の内の一つ一つに割り当てられている。ここでは、説明のために、NTSC帯域が図4に示されているように、各々500kHzの帯域を有する12のサブチャンネルに分割されている、すなわちNTSC帯域がサブチャンネルの個数によって分割されている、と仮定する。図1に戻って、HDTV信号も同様に12個のクラスの情報の分割されている。141、143、148、152等のコンステレーションマッパーの各々の出力は、対応するベースバンド変調器161、163、168及び172等に与えられる。ベースバンド変調器はエンコードされた複数のクラスの情報を対応するサブキャリア f_i ($1 \leq i \leq 12$) に対して周波数変調し、各々のクラスの情報が対応するサブチャンネル内に現われることになる。ベースバンド変調器161、163、168及び172等の出力は、加算器175によって加算される、すなわち周波数分割多重化される。加算器175の出力は単一側波帯(SSB)変調器195によって送信される。SSB変調器195は、発信器、アンテナ等からなる従来技術に係るSSB変調回路であり、放送HDTV信号を放送チャンネル200に供給する。

【0017】図3から、NTSC送信信号のエネルギーは、概して、それぞれ1.25MHz、4.83MHz及び5.75MHzにおける映像、クロマ及び音声キャリアを含む周波数領域に集中していることが理解される。その結果、これらの周波数領域に共存しているHDTV信号は実質的な干渉を受け易くなる。それ故、本発明の原理に従って、NTSC同一チャンネル干渉の効果が、より重要な情報を、NTSC映像、クロマ及び音声キャリアによる実質的な干渉を受け易いサブチャンネルとは相異なったサブチャンネルに割り当てることにより低減され得る。図1においては、より重要な情報がサブキャリア f_i によって伝送され、そのことによってNTSC伝送信号の映像、クロマ及び音声キャリアからの実質的な干渉を受け易いサブチャンネル、例えばサブキャリア f_s 、 f_{10} 、 f_{12} 等、に係るサブチャンネル、が回避されている。NTSC伝送信号周波数スペクトルのうちの実質的な干渉が起こり得ると予想される部分を回避することによって、より重要な情報に対しては、NTSC伝送信号の映像、クロマ及び音声キャリアとオーバーラップするサブチャンネルに対して割り当てられたその他のクラスの情報よりもより強力なエラープロテクションが実現される。この付加的なエラープロテクションは、全てのクラスの情報が同一のエンコード方法を有している場合にも機能する。加えて、より重要ではないクラスの情報が割り当てられているサブチャンネルにおいてエラーが発生した場合には、そのような情報はHDTV受像機によって単に無視され得る。例えば、図1においては、より重要ではない情報がサブキャリア f_i に割り当てられており、これはNTSC伝送信号の映像キャリアによる干渉を強く受ける。結果として、このサブチ

ンネルにエラーが発生した場合には、このより重要ではない情報は受像機によって無視される。NTSC伝送信号の映像、クロマ及び音声キャリアによる実質的な干渉を受けるサブチャンネルは意図的に使用されずにおかれることにも留意されたい。

【0018】本発明の他の特徴に従って、複数のサブキャリアの使用によりシンボル間隔がより長くなり、各々のサブチャンネルにおけるより平坦な周波数応答が実現される。結果として、ゴーストの影響を緩和するためにより簡単なイコライザがHDTV受像機において用いられ得る。さらに、より長いシンボル間隔のために持続時間の短いスパイク状のノイズに対してより強力なエラープロテクションが実現される。なぜなら、より少ない数のシンボルのみがノイズの影響を受けることになるからである。

【0019】図2に示されたHDTV受像機において、放送されたHDTV信号は受像機300によって放送チャンネル200から受信される。放送されたHDTV信号は、従来技術に係る受信及び復調回路、すなわちアンテナ、局部発信器、ミキサ等を表わしているSSB復調器395によって受容される。SSB復調器は周波数多重化された信号を複数のバンドパスフィルタ341、343、348、352等、の各々に供給する。例えば、バンドパスフィルタ348はより重量な情報を含むサブキャリア f_i のみを通過させる。このサブキャリアはシンボル間の干渉を補償するイコライザ388に供給される。その後、イコライザ388の出力はベースバンド復調器368に供給され、このベースバンド復調器368は受信された符号化出力を表わすデジタル信号をチャンネルデコーダ328に供給する。チャンネルデコーダ328は受信された符号化出力をデコードしてリード68上により重要なデータを生成し、ソースデコーダ305に供給する。同様に、その他のクラスの情報も、各々対応する復調及びデコード回路を通じて受像機300によってデコードされる。ソースデコーダ305は、送信機100のソースエンコーダ105と反対の機能を実現する。詳細に述べれば、ソースデコーダ305は各々のクラスの情報が割り当てられたサブチャンネルを所定の方式で考慮する。例えば、アナログHDTV信号を再生するために、ソースデコーダ305はより重要な情報がリード68上で受容されることを予め知らされている。その結果、ソースデコーダ305は種々のクラスの情報を組み合わせてCRTディスプレイ301に受信されたアナログHDTV信号を供給する。

【0020】以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例が考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

【0021】例えば、以上に記述されているように、全ての符号化変調方式は同一で有り得る。相異なったシン

ボルレート、あるいは相異なった周波数幅を有するサブチャンネルなども、種々のクラスの情報に対して用いられ得る。より重要な情報に対してより小さなシンボルレートをを用いることにより、ゴーストの影響をより緩和することが可能になり、より重要なデータに対してより強力なエラープロテクションを実現する。

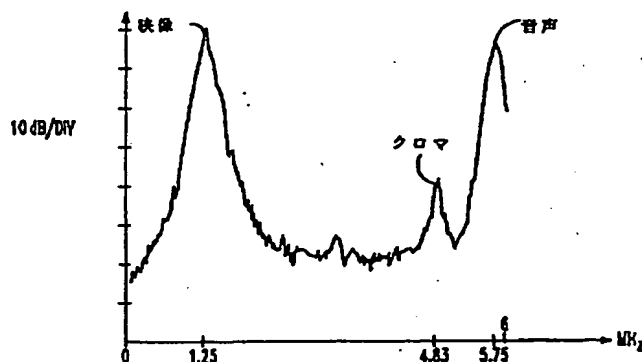
【0022】さらに、単一のサブチャンネルを、HDTV信号の複数のクラスの情報に加えて、他の情報を伝達するために用いることも可能である。例えば、より重要な情報を伝達する固定された符号化及び変調フォーマットを有するサブチャンネルは、他のサブチャンネルにおいて用いられている符号化及び変調フォーマットに係る情報を送信するために用いられ得るので、各々のクラスの情報に対して可変ビットレートが用いられ得ることになる。

【0023】加えて、各々のサブチャンネルによって複数のクラスの情報が伝達されることが可能であり、非一様間隔信号ポイント配置も用いられ得る。あるいは、各々のクラスの情報に対応する、時間分割多重化された複数の配置が各々のサブチャンネルによって用いられ得る。

【0024】サブキャリアの数は12に限定されているわけではなく、2以上のあらゆる数であり得ることに留意されたい。さらに、周波数分割多重化方法の実現する際に、相異なったサブキャリアのスペクトルのオーバーラップ及び／あるいは相異なった変調方法を含むことが可能である。さらに、バースト状のノイズに対する保護を行なうためのインターリーバ等の他の通信システム要素も用いられ得る。加えて、本明細書においては本発明が個別の機能ブロック、すなわちトレリスエンコーダ、コンステレーションマッパー等、によって実現されているが、一つあるいは複数のブロックの機能が一つあるいは複数の適切にプログラムされたプロセッサ、デジタル信号処理(DSP)チップ等によって実現され得る。

【0025】

【図3】



【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、HDTV信号を高品位に送信しかつ受信するための方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を具体化する送信機のブロック図。

【図2】本発明の原理を具体化する受信機のブロック図。

【図3】NTSC信号の周波数スペクトルを示した図。

【図4】本発明の原理を具体化するHDTV信号の周波数スペクトルを示した図。

【図5】4QAM信号配置の例を示した図。

【図6】8QAM信号配置の例を示した図。

【図7】12QAM信号配置の例を示した図。

【図8】16QAM信号配置の例を示した図。

【符号の説明】

100 送信機

101 映像信号源

105 ソースエンコーダ

121、123、128、132 チャンネルエンコーダ

141、143、148、152 コンステレーションマッパー

161、163、168、172 ベースバンド変調器

175 加算器

195 SSB変調器

200 放送チャンネル

300 受信機

301 CRTディスプレイ

305 ソースデコーダ

321、323、328、332 チャンネルデコーダ

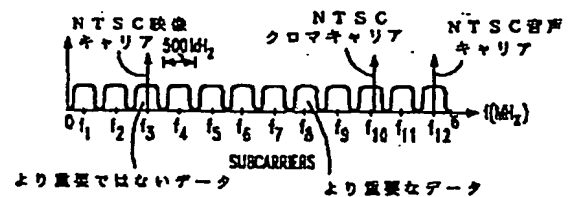
361、363、368、372 ベースバンド復調器

381、383、388、392 イコライザ

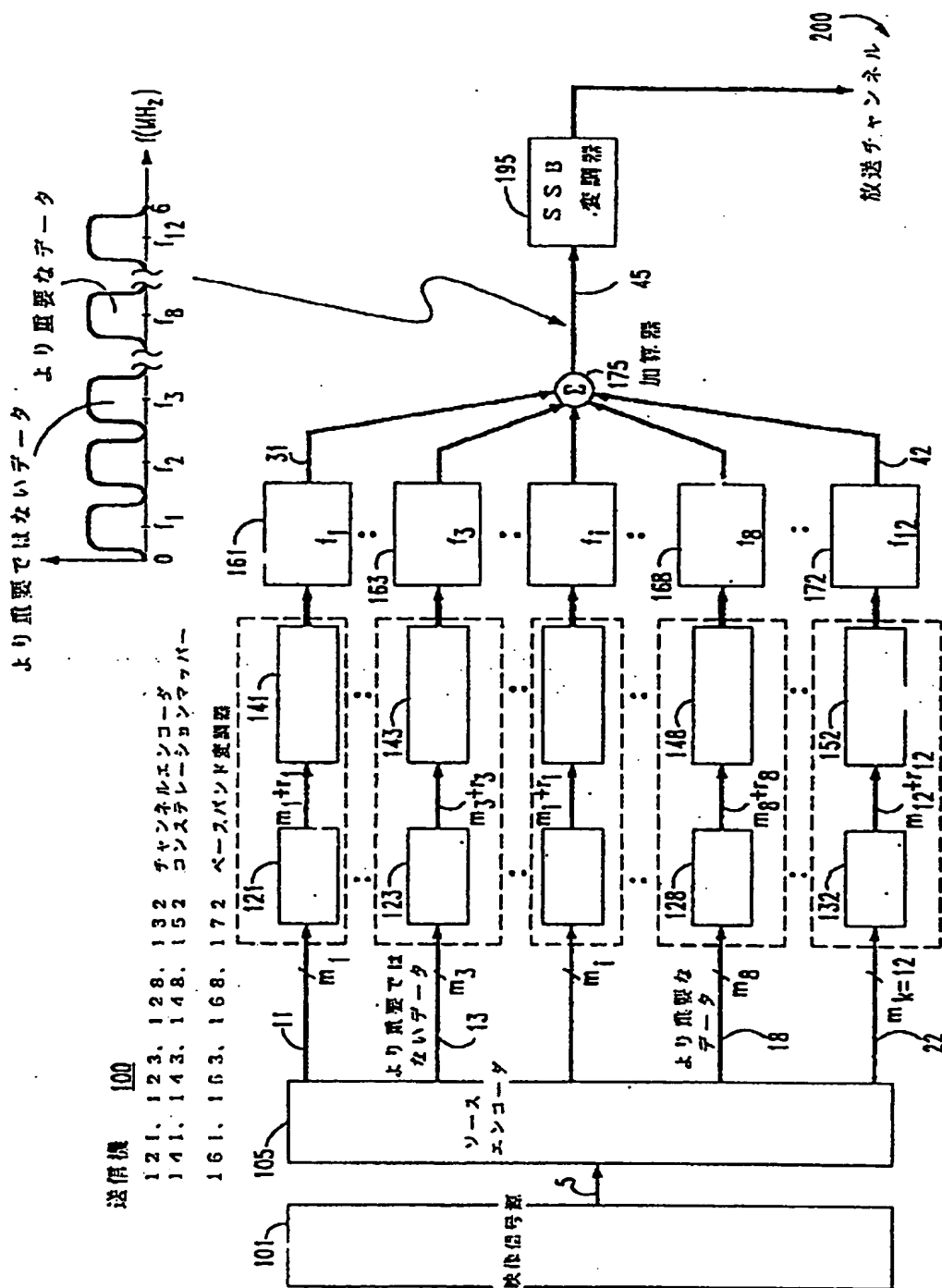
341、343、348、352 バンドパスフィルタ

395 SSB復調器

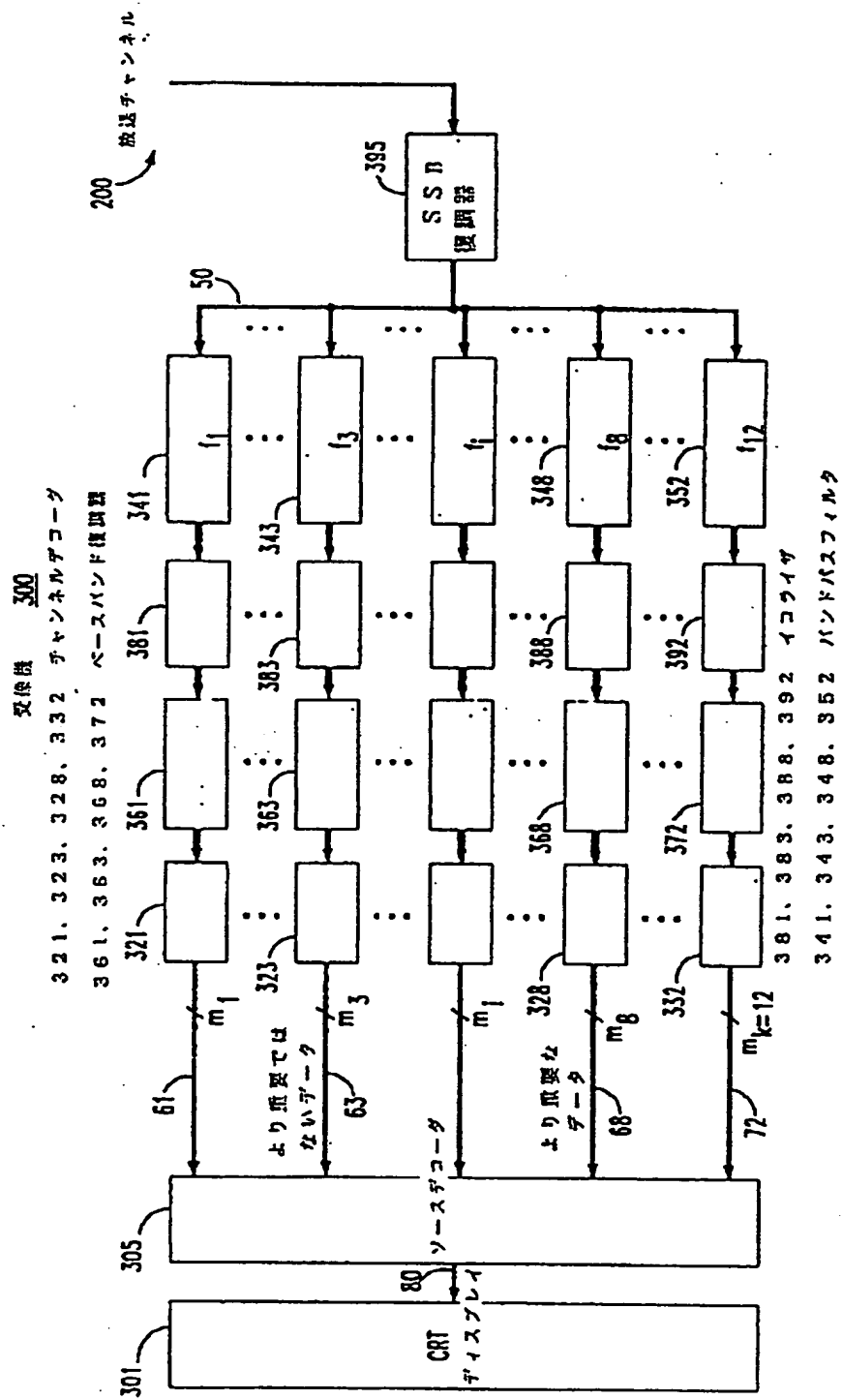
【図4】



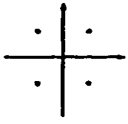
【図1】



【図2】

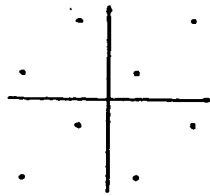


【図5】



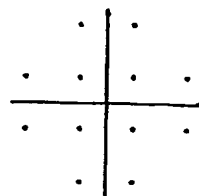
4QAM信号配置

【図6】



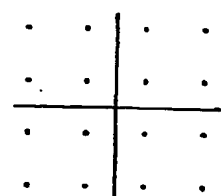
8QAM信号配置

【図7】



12QAM信号配置

【図8】



16QAM信号配置